

**PERILAKU SUSUT RANGKAK (CREEP)
BETON FIBER PLASTIK BENESER KOMPOSIT MUTU TINGGI**

Made Dharma Astawa
Staf Pengajar Teknik Sipil UPN "Veteran" Jatim

A B S T R A C T

The purpose of this research is to reach result optimum mechanism behaviour concrete fiber beneser, particularly creep crack, so that the result can be compared with unfibre high performance concrete strength. The composite fibre beneser concrete samples are made in two kinds, that are : Sylinder sample in \varnothing 15 cm X 30 cm, sample unfiber and 1 sample with 1 % fiber from unit weight concrete. Make succeed indicate the Creep compare Bf.100 to BN. only, Bf.100 witness reduction creep height 0.1 % compare to BN at during inspection 40 days (% value) , BN = 0,052 % and Bf. 100 = 0,062 % result.

Keywords : *high strength concrete, plastic beneser fiber, compossite beneser fibre high strength concrete, creep.*

A B S T R A K

Penelitian *susut rangkak* (creep) dilakukan sebagai penelitian lanjutan dari penelitian kuat tekan dan tarik dari beton fiber plastik beneser, perilaku susut khususnya rangkak (creep) secara komposit, juga penting diketahui melalui penelitian, karena retak-retak yang berlebihan pada beton sangat tidak dikehendaki. Benda uji ada dua macam yaitu ; beton normal (tanpa serat) dan satu beton fiber komposit Bf. 100 (kandungan serat 1 %) masing-masing terdiri dari satu benda uji, benda uji berupa silinder dengan \varnothing 15 cm, tinggi 30 cm . Pengetesan benda uji di laboratorium beton dilakukan sesuai ketentuan ASTM C 512-87 (1994). Hasil test menunjukkan : laju susut creep akibat beban terus menerus pada selang waktu 40 hari, benda uji BN = 0,052 % dan benda uji Bf. 100 = 0,062 % .

Kata kunci : beton mutu tinggi, fiber plastik beneser, beton fiber plastik beneser komposit mutu tinggi, creep.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang masalah.

Penggunaan serat (fiber) dari material plastik beneser (poly-akrilonitril styrene) memenuhi salah satu kriteria bahan beton fiber. Beberapa Pustaka tentang tambahan campuran serat (fiber) pada beton. diantaranya ACI Com-mittee 544 (1982), Soroushian dan Bayashi (1987).

1.2. Perumusan masalah

1. Bagaimana perilaku retak rangkak (creep) dari beton fiber plastik beneser komposit mutu tinggi ini.

2. Apakah rangkak (creep) yang terjadi masih memenuhi syarat sesuai ketentuan minimum yang diperbolehkan terjadi rangkak (creep).

1.3. Pembatasan masalah.

1. Benda uji yang dipakai adalah benda uji silinder beton fiber beneser komposit mutu tinggi Ø 15 cm dengan tinggi 30 cm.

2. Sampel diambil pada benda uji yang tanpa kandungan serat (serat = 0) dan benda uji dengan kandungan serat tertinggi (kandungan serat = 1,0 %).

1.4. Tujuan Penelitian.

1.3.1. Untuk mengetahui perilaku retak rangkak (creep) dari beton fiber plastik beneser komposit mutu tinggi.

1.3.2. Apakah masih memenuhi syarat sesuai ketentuan minimum yang diperbolehkan terjadinya rangkak (creep).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bahan fiber.

a. Polyethylene : ukuran standard panjang serat antara 12 – 50 mm, dan dalam bentuk bubuk. Serat ini dapat menaikkan daktilitas, kuat impact, dan menaikkan faktor kelelahan (ketahanan siklik).

b. Polypropylene : material ini berbentuk untaian filamen-filamen dengan panjang antara 6 – 50 mm, ketika dicampurkan dalam adukan beton, untaian itu terurai. Serat jenis ini dapat meningkatkan kuat tarik lentur dan tekan beton, mengurangi retak-retak akibat penyusutan, meningkatkan daya tahan terhadap impact.

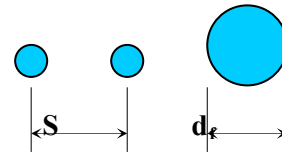
2.2. Jarak/spasi serat (fiber spasing):

Sebagai pendekatan, dipakai rumus Romualdi and Mandel :

$$\text{Spasi rata-rata : } S = \frac{13,8 \cdot d_f}{\sqrt{100V_f}} \dots\dots\dots(1)$$

dimana : V_f = fiber volume

fraction
 d_f = diameter fiber



atau dengan rumus Mc Kee.D.C :

$$S = \left(A_f \frac{l_f}{V_f} \right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2)$$

dimana : A_f = luas potongan melintang

$$\text{serat} = \frac{1}{4} \pi \cdot d_f^2$$

l_f = panjang serat

2.3. Jumlah serat per satuan luas penampang komposit (N_i)

Bila suatu benda uji mempunyai dimensi ukuran tertentu, pada suatu kadar serat V_f dapat ditentukan perkiraan jumlah serat yang terkandung didalamnya, dengan rumus Soroushian and Bayazi :

$$N_i = \alpha \frac{V_f}{A_f} \dots\dots\dots(3)$$

dimana : untuk serat berorientasi random 3 arah .

bila $w, h \leq l_f$

$$\alpha = 6 \cdot \frac{l_f^2}{w \cdot h} \cdot \tan^{-1} \left(\frac{w}{\sqrt{6} \cdot l_f} \right) \cdot \tan^{-1} \left(\frac{h}{\sqrt{6} \cdot l_f} \right) \dots\dots\dots(4)$$

bila $w, h > l_f$

$$\alpha = 0,098 \cdot \frac{l_f^2}{w \cdot h} + 0,2 \cdot l_f \cdot \frac{(w+h)}{w \cdot h} + 0,405 \dots\dots\dots(5)$$

dimana : w, h = ukuran lebar dan tinggi penampang atau diameter penampang lingkaran.

2.4. Specific Fibre Surface (SFS.) :

Specific fibre surface (SFS) adalah total luas permukaan serat didalam satuan volume komposit. Segregasi terjadi bila permukaan agregat sangat besar. Selain pengaruh jelek tersebut, ada juga pengaruh menguntungkan dari SFS ini, yaitu mempengaruhi mengeliminasi lebar retak pada beton.

PERILAKU SUSUT RANGKAK (CREEP)
BETON FIBER PLASTIK BENESER KOMPOSIT MUTU TINGGI
(Made Dharma Astawa)

Untuk menghitung nilai SFS, dipakai perumusan Herbert Krenchel seperti berikut :

$$SFS = O_f \cdot N \dots\dots\dots (6)$$

dimana : $O_f = P_f \cdot l_f$. luas permukaan serat

N = jumlah serat.

P_f = keliling penampang serat

$$\text{Sehingga : } SFS = \frac{P_f}{A_f} \cdot V_f \dots\dots (7)$$

2.5. Mekanisme kerja kekuatan serat beton :

Kegagalan komposit fiber ada dua hal :

a. Apabila fiber tercabut dari matrik beton.

b. Retak matrik yang tak beraturan. Bila suatu komposit menderita suatu pembebanan ada sebagian tegangan yang disalurkan matrik ke fiber sebesar :

$$\frac{d\sigma}{dz} = \frac{2\tau}{r} \dots\dots\dots (8)$$

dimana: $d\sigma$ = penyaluran/distribusi tegangan sejarak dz .

r = jari-jari fiber.

τ = tegangan geser maksimum.

Saat sebuah fiber tercabut dari setengah bagian matrik, besar-nya tegangan tarik serat σ_f pada permukaan retak :

$$\sigma_f = \frac{2 \cdot \tau \cdot y}{r} \dots\dots\dots (9)$$

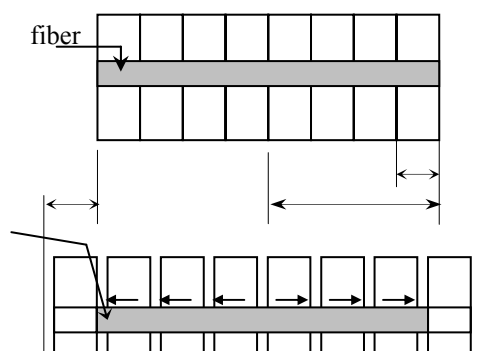
dimana : y = panjang fiber yang tercabut dari matrik.

Bila $y = \frac{1}{2} l_c$, dimana l_c = panjang kritis serat, mampu tertarik sampai putus maka tegangan dalam serat = σ_{fu} dan besarnya tegangan yang terjadi dalam serat menjadi

$$\sigma_{fu} = \frac{\tau \cdot l_c}{r} \dots\dots\dots (10)$$

Tidak ada fiber yang putus jika fiber dengan panjang potongan kurang dari l_c , atau tercabut sebelum total kekuatannya terlampaui. Apabila terjadi retak maka matrik terpecah-pecah (akibat retak) sehingga $l = n \cdot a$ (n jumlah blok), seperti gambar II.1 dibawah ini.

(a). kondisi awal



$$\text{fiber} \quad \frac{n p}{2} \quad \frac{L_f}{2} \quad a$$

$L_f + n \cdot p$

perubahan panjang

(b). kondisi saat retak

Gambar II. 1. (a)Matrix terpecah-pecah akibat retak, menjadi beberapa block dengan panjang a, (b) Komposit bergerak menjauhi retak dengan jarak sama dan serat menahan block kearah yang berlawanan

Pada bagian yang retak, terdapat tahanan dari fiber dengan geseran pada serat berlawanan dengan arah gaya retak pada blok-blok matrik, dimana besar gaya geser pada blok-blok tersebut adalah sama besar. Pada saat lebar tiap pecahan/retak = p , maka panjang elemen komposit = $L_f + n \cdot p$. Dan bagian fiber yang masih menjembatani retak dalam

komposit adalah $\left(1 - \frac{n \cdot p}{L_f + n \cdot p} \right)$, sedangkan

tegangan yang terjadi pada komposit adalah :

$$\sigma_p = \frac{1}{2} \sigma_{fu} \cdot V_f \cdot \frac{l_f}{l_c} \left(1 - \frac{n \cdot p}{L_f + n \cdot p} \right)^2 \dots\dots (11)$$

Dari persamaan ini, maka pengaruh retak tidak menurunkan secara drastis tegangan komposit, tetapi pelan-pelan (persamaan kwadrat)

2.6. Perkiraan mutu beton yang akan digunakan pada penelitian ini :

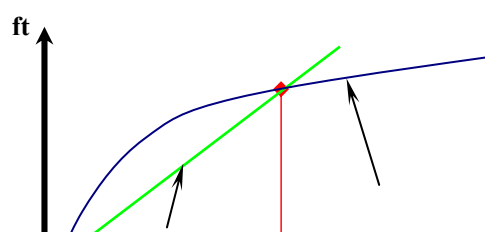
Prof. Lorrain (1991) menyebut klasifikasi mutu beton seperti berikut :⁽¹⁴⁾

$50 < f_c' < 80$ Mpa disebut beton mutu tinggi (HSC)

$f_c' > 80$ Mpa disebut beton mutu sangat tinggi (VHSC)

2.7. Kriteria beton mutu tinggi

B.Foure dan kawan-kawan menyata-kan⁽¹⁴⁾, bila ditinjau dari tegang-an tariknya beton cenderung mempunyai klasifikasi mutu tinggi setelah mencapai $f_c' > 60$ Mpa. Hubungan antara tegangan tekan f_c' dan tegangan tarik f_t digambar-kan dalam grafik berikut



$$f_t = 0,275(fc')^{2/3}$$

$$f_t = 0,6 + 0,06 fc'$$

Gambar II.2. Hubungan antara tegangan tekan fc' dan tegangan tarik f_t

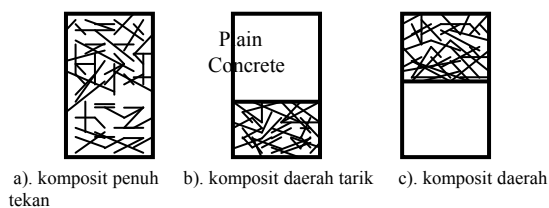
2.8. Susut dan rangkak.

2.8.1. Rangkak : Seperti halnya pada susut gejalanya hampir identik. Suatu hal yang sangat penting diperhatikan bahwa pembebanan beton mutu tinggi pada umur relatif muda harus sedapat mungkin dihindari.

2.8.2. Susut : Secara umum beton mutu tinggi karena faktor komposisinya mempunyai susut total lebih kecil dari beton bertegangan normal. Menurut PONS⁽¹⁴⁾, untuk beton mutu tinggi susut total berkisar 3.10^{-4} s/d 4.10^{-4} pada kondisi $R_h = 50\%$, sedang untuk beton biasa susut totalnya berkisar 5.10^{-4} s/d 6.10^{-4} pada R_h yang sama.

2.9. Beton fiber komposit :

2.9.1. Beton fiber komposit tanpa baja tulangan :



Gambar II.3. Penampang beton fiber komposit tanpa tulangan.

III. METODE PENELITIAN.

3.1. Pengumpulan data :

3.1.1. Studi pustaka :

Studi pustaka dilakukan dengan mendalami materi yang relevan dan mendukung penelitian ini. Kepustakaan ini meliputi berbagai buku teks, jurnal ilmiah, standard Nasional maupun Internasional, sesuai daftar pustaka.

3.1.2. Hasil test laboratorium :

Karena penelitian ini murni dilakukan dilaboratorium, maka data yang dikumpulkan berupa hasil test, yang meliputi :

1. Kandungan kimia plastik beneser (telah diteliti terdahulu)
2. Kuat tarik serat plastik beneser (telah diteliti terdahulu)
3. Retak rangkak (creep)

3.2. Parameter penelitian :

Parameter dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.2.1. Spesifikasi serat plastik beneser.

3.2.2. Susut rangkak (creep).

3.2.3. Jumlah serat plastik beneser pada matriks beton.

3.3. Analisa data :

Analisa data dilakukan dengan cara :

Benda uji silinder yang telah dites kekuatannya, benda uji dengan kandungan serat = 0 ini akan dibandingkan dengan susut rangkak (creep) beton mutu tinggi berserat plastik beneser.

Hasil uji rangkak (creep) dengan kandungan serat 1 %, akan dibandingkan dengan creep yang terjadi pada beton dengan volume serat = 0.

3.4. Membuat benda uji :

3.4.1. Pekerjaan persiapan :

a. Menyiapkan bahan/material :

Bahan/material yang perlu disiapkan adalah : Semen Gresik (semen tipe 1), agregat halus (pasir), agregat kasar (stone slag), air bersih yang tidak mengandung bahan kimia dan jernih (tidak berwarna). Admixture (bahan tambahan), dipakai superplastisizer, dan fiber plastik beneser yang telah dibentuk.

b. Peralatan yang dipakai membuat benda uji beton :

Concrete mixer (beton molen) kapasitas 350 liter, dan seprangkat cetakan silinder Ø 15 cm tinggi 30 cm, dan alat uji slump lengkap.

3.4.2. Membuat campuran beton fiber :

Pertama melakukan penimbangan bahan-bahan dasar beton, mulai portland cement (P.C), agregat halus dan agregat kasar, air, super-plasticizer, serta fiber. Bahan-bahan tersebut lalu dicampur dengan bantuan beton molen (concrete mixer) yang berkapasitas 350 liter.

3.4.3. Membuat benda uji silinder :

PERILAKU SUSUT RANGKAK (CREEP)
BETON FIBER PLASTIK BENESER KOMPOSIT MUTU TINGGI
(Made Dharma Astawa)

Benda uji silinder untuk creep dibuat sebanyak 2 (dua) buah, terdiri dari 1 (satu) beton tanpa serat (kandungan serat = 0) disebut Bo, 1 (satu) beton dengan kandungan serat : 1,00 %, disebut Bf.100

3.5. Serat plastik beneser.

3.5.1. Pengujian Serat plastik beneser

Pengujian serat plastik beneser pelaksanaannya di lakukan di Laboratorium, yang terdiri dari :

- Pengujian komposisi kimia
- Test fisik di Laboratorium Bahan dan Beton.

3.5.2. Uji workability :

Workability adalah kemudahan pengerjaan beton dalam mencampur, dicor, diangkat dan dipadatkan tanpa mengurangi homogenitas campuran beton dan tak terurai (bleeding) yang berlebihan untuk mencapai kekuatan yang direncanakan.

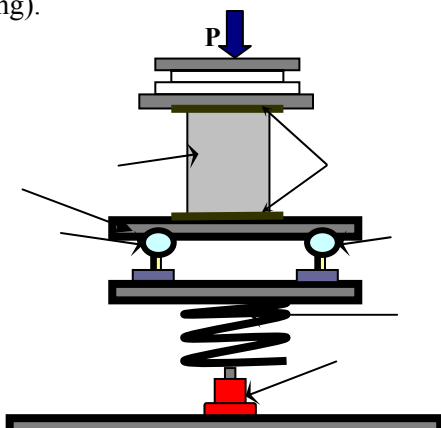
Untuk uji workability digunakan *slump test*, salah satu cara yang paling sering dilakukan dan hasilnya memenuhi syarat. Slump test dilakukan untuk mengetahui konsistensi dari adukan beton. Alat yang digunakan adalah krucut Abrams dengan standard ASTM C-143.

Metode pengujian ini umum dipakai tetapi untuk adukan beton berserat hasil pengujiannya tidak dapat digunakan sebagai penentu ukuran workability yang tepat⁽¹⁾. Namun demikian percobaan slump tetap dilakukan untuk mengontrol kualitas adukan beton Normal.

3.5.3. Uji test Creep (Rangkak) :

Pengujian dilakukan mulai benda uji berumur 1 hari hingga mencapai umur 35 hari, tujuannya adalah untuk mendeteksi indikasi creep (rangkak) sebagai akibat perubahan volume beton selama proses pengerasan berlangsung. Pelaksanaannya me-ngikuti ketentuan ASTM C512-87(1994) "Test Method for Creep of Concrete in Compressions

Pengujian creep seperti ini digolong-kan creep dengan perawatan terbuka (moist curing).



Benda uji	Capping
Alas	
Dial-gauge kiri	Dial-gauge kanan
pegas	
	Jack

Gambar III. 1. Test uji creep silinder.

IV. ANALISA DATA HASIL PENELITIAN

DAN PEMBAHASAN

Berikut ini akan dilakukan analisa data hasil penelitian, mengenai peri-laku beton fiber beneser komposit ini.

4.1. Material dasar beton.

Material dasar dari beton terdiri dari Semen, agregat halus, agregat kasar dan air.

Spesifikasi karakteristik agregat halus dan kasar, disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel IV.1. Spesifikasi karakteristik agregat.

Uraian	Agregat halus	Agregat kasar
Kadar organik	kuning muda	kuning muda
Kadar lumpur	1,233	1,233
Kadar air	1,290	3,093
Absorpsi	1,317	3,123
Specific gravity	2,712	2,661
Unit weight		
- gembur	1,371	1,353
- padat	1,579	1,413
Kekerasan	4,500	3,281
Fineness Modulus	2,801	-

Produk Portland Cement yang digunakan adalah produk yang memenuhi Standard Industri Indonesia dan ketentuan ASTM C150-95, yaitu dari PT. Semen Gresik, dan dipilih Portland Cement tipe I.

4.2. Pembuatan benda uji pasta dan mortar .

Benda uji pasta dibuat untuk melakukan pengujian konsistensi normal dan setting time dari pasta semen, dan benda uji mortar (campuran semen pasir) untuk mendapatkan faktor air semen pada campuran beton.

Tabel IV.2. Konsistensi normal dan setting time pasta.

Pasta	Konsistensi normal	Setting time	Campuran
Semen Gresik	6	150 menit	Semen 250 gr.

- 358,2 cm ² /kg	turun 10 mm	turun 6 mm	air 68 ml
-----------------------------	-------------	------------	-----------

Tabel IV.3. Pengamatan meja leleh untuk penentuan faktor air semen mortar

Mortar	Campuran	Air/leleh	fas
Semen Gresik	Semen 200 gr	131 ml	0,655
-358,2 cm ² /kg	Pasir 550 gr	22 cm	-

4.3. Komposisi campuran beton .

Setelah diadakan penelitian dan analisa campuran beton (untuk beton mutu tinggi) dengan peren-canaan kuat tekan $f_c' = 70$ Mpa, maka didapat komposisi campuran seperti yang disajikan dalam tabel IV.4., untuk campuran beton yang diberi campuran serat, komposisi campurannya tetap mengikuti beton non serat.

Tabel IV.4. Komposisi campuran beton untuk $f_c' = 70$ Mpa.

Jenis Beton	Semen (kg)	Agregat halus(kg)	Agregat kasar(kg)	Air (ltr)	fas	Superpl as-ticizer(ltr)	Serat (%)
BN	614	676,32	1017,36	153,934	0,25	12,50	0,00
Bf.25	614	676,32	1017,36	153,934	0,25	12,50	0,25
Bf.50	614	676,32	1017,36	153,934	0,25	12,50	0,50
Bf.75	614	676,32	1017,36	153,934	0,25	12,50	0,75
Bf.100	614	676,32	1017,36	153,934	0,25	12,50	1,00

4.4. Menghitung berat volume fiber beneser.

Hasil perhitungan berat volume fiber beneser adalah seperti data dalam tabel berikut ini :

Tabel IV. 5. Berat volume fiber beneser.

	BERAT FIBER (gram)	A (ml)	B (ml)	BERAT VOLUME
1.	50,0	560,0	500.00	0,83
2.	50,0	570,0	500.00	0,71
3.	50,0	570,0	500.00	0,71
	Berat volume rata-rata			0,75

4.5. Menghitung Fiber Volume Fraction, Vf.

Ditentukan jumlah pemakaian serat berdasarkan prosentasi terhadap berat volume beton, dimana berat volume beton untuk beton mutu tinggi diambil = 2450 kg/m³. Untuk mendapatkan variable

perubahan mutu beton fiber yang lebih teliti dan lebih ideal terhadap beton normal, dalam penelitian ini dibuat 4 (empat) fariabel prosentase berat fiber terhadap berat jenis

beton, mulai dari 0,25 % ; 0,50 % ; 0,75 % dan maksimum 1,00 %.

$$\text{- Untuk } 0,25 \% = 0,25/100 \times 2450 = 6,125 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- Untuk } 0,50 \% = 0,50/100 \times 2450 = 12,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- Untuk } 0,75 \% = 0,75/100 \times 2450 = 18,375 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- Untuk } 1,00 \% = 1,00/100 \times 2450 = 24,50 \text{ kg/m}^3$$

Setelah berat volume fiber dalam beton didapatkan, maka Vf dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{- Prosentase } 0,25 \% : Vf = 6,125/750 \times 1 \text{ m}^3 = 0,00817 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ beton.}$$

$$\text{- Prosentasi } 0,50 \% : Vf = 12,25/750 \times 1 \text{ m}^3 = 0,0163 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ beton.}$$

$$\text{- Prosentasi } 0,75 \% : Vf = 18,375/750 \times 1 \text{ m}^3 = 0,0245 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ beton.}$$

$$\text{- Prosentasi } 1,00 \% : Vf = 24,5/750 \times 1 \text{ m}^3 = 0,0327 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ beton.}$$

4.6. Menghitung kerapatan fiber S.

Kerapatan (jarak) antar fiber dilakukan melalui pendekatan dengan Volume fiber fraction, memakai rumus Romualdi & Mandel :

$$s = \frac{13,8df}{\sqrt{100.Vf}} \longrightarrow \text{dari persamaan (2)}$$

Dengan harga Vf yang ada sesuai dengan prosentasinya, dan lebar fiber (df) dibuat rata-rata 1,5 mm maka kerapatan (jarak) S dapat dihitung :

$$\text{- Untuk prosentase } 0,25 \% :$$

$$\text{- Untuk Prosentasi } 0,50 \% , :$$

$$S = \frac{13,8.df}{\sqrt{100.Vf}} = \frac{13,8.1,5}{\sqrt{100.0,0163}} = 16,21 \text{ mm}$$

$$\text{- Untuk prosentasi } 0,75 \% , :$$

$$S = \frac{13,8.df}{\sqrt{100.Vf}} = \frac{13,8.1,5}{\sqrt{100.0,0245}} = 13,22 \text{ mm}$$

$$\text{- Untuk prosentasi } 1,00 \% , :$$

$$S = \frac{13,8.df}{\sqrt{100.Vf}} = \frac{13,8.1,5}{\sqrt{100.0,0327}} = 11,45 \text{ mm}$$

Kebutuhan berat fiber masing-masing benda uji dihitung sebagai berikut :

a). Kandungan fiber beneser 0,25% :

$$\text{- Benda uji silinder } \varnothing 15 \times 30 \text{ cm} = 0,0325 \text{ kg}$$

b). Kandungan fiber beneser 0,50 % :

**PERILAKU SUSUT RANGKAK (CREEP)
BETON FIBER PLASTIK BENESER KOMPOSIT MUTU TINGGI
(Made Dharma Astawa)**

- Benda uji silinder Ø 15 x 30 cm = 0,065 kg
- c). Kandungan fiber beneser 0,75 % :
- Benda uji silinder Ø 15 x 30 cm = 0,0975 kg
- d). Kandungan fiber beneser 1,0 % :
- Benda uji silinder Ø 15 x 30 cm = 0,13 kg

4.7. Uji test fiber beneser :

4.7.1. Uji test komposisi kimia :

Setelah sample plastik beneser ditumbuk hingga membentuk powder dan dicetak menjadi pellet, kemudian dideteksi dengan alat spektrometer yang dapat memisah unsur-unsur kimia dari benda uji yang hasilnya dapat dibaca melalui alat spektrometer yang dihubungkan ke komputer. Hasil analisa senyawa dengan Spektro-fotometer Infra Red menunjukkan senyawa Polycarbonat (poly-acrilonitril sterene).

4.7.2. Uji test tarik fiber beneser :

Tujuan dari melakukan uji test tarik fiber beneser adalah untuk mengetahui kekuatan (tegangan–regangan) tarik, modulus elastisitas, dan untuk mengetahui apakah serat beneser itu putus atau tercabut dari matrik percobaan ketika dilakukan uji tarik. Pelaksanaannya dilakukan dengan cara sederhana yaitu dengan memberi beban pada benda uji, beban yang dipakai adalah pasir dan ember dimana ember kosong pertama kali digantungkan pada benda uji yang sarananya telah dirancang terlebih dahulu. Sebelum dibebani panjang serat diukur terlebih dahulu agar tahu panjang awalnya, meskipun saat pembuatan panjang serat telah dirancang 10 cm, kebetulan panjangnya saat diukur tetap seperti panjang semula (10 cm). Selanjutnya ember mulai dibebani dengan pasir dan ditambah sedikit demi sedikit, sambil mengamati perkembangan panjang serat dengan penggaris yang ditempel pada serat dengan cara dipegang tangan, sampai serat putus. Adapun hasilnya disusun dalam tabulasi berikut :

Tabel IV.6. Data hasil test tarik serat plastik beneser.

Benda uji		Panjang awal	Luas penampang	Panjang setelah putus	Pertambahan panjang	Beban max. saat putus
Lebar (cm)	Tebal (cm)	l (cm)	(cm2)	putus (cm)	Δl (cm)	(kg)

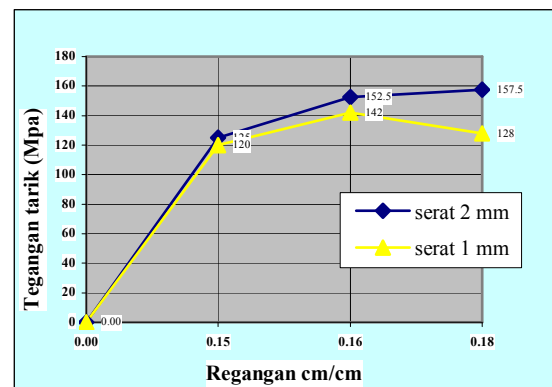
0.20	0.05	10.00	0.01	11.20	1.20	12.50
0.20	0.05	10.00	0.01	11.80	1.80	15.75
0.20	0.05	10.00	0.01	11.60	1.60	15.25
0.10	0.05	10.00	0.005	11.50	1.50	7.10
0.10	0.05	10.00	0.005	11.10	1.10	6.40
0.10	0.05	10.00	0.005	10.95	0.95	6.00

Setelah dilakukan evaluasi terhadap data-data pada tabel IV.13. diatas, maka didapat nilai tegangan,regangan,dan untuk pengamatan posisi serat terhadap percobaan matrik hasilnya sangat baik yaitu dari 6 benda uji yang seratnya tertanam sepanjang 2,50 cm, seluruhnya tidak ada yang tercabut dari matrik.

Tabel IV.7. Nilai tegangan dan regangan tarik fiber beneser.

Beban max. Saat putus (kg)	Luas penampang (cm2)	Panjang awal l (cm)	Pertambahan panjang Δl (cm)	Tegangan tarik serat (□ ts) kg/cm2(Mpa)	Regangan tarik serat (□ ts)	Posisi serat Terhadap Matrik
12.50	0.01	10.00	1.20	1250 (125)	0.12	Semuanya Tidak Tercabut
15.75	0.01	10.00	1.80	1575 (157.5)	0.18	
15.25	0.01	10.00	1.60	1525 (152.5)	0.16	
7.10	0.005	10.00	1.50	1420 (142)	0.15	
6.40	0.005	10.00	1.10	1280 (128)	0.11	
6.00	0.005	10.00	0.95	1200 (120)	0.095	

Tegangan-regangan hasil uji test ini bila dikorelasikan dalam bentuk grafik maka akan didapat bentuk kurva seperti berikut ini



Grafik 4.1. Hubungan tegangan-regangan tarik hasil test fiber beneser.

4.7.3. Kuat lekatan fiber beneser :

Menghitung kuat lekatan fiber beneser yang dimaksud adalah kuat lekatan antara fiber beneser dengan matrik (speciment) dalam posisi tidak tercabut (selip) dari matrik. Kuat lekatan ini dapat dihitung secara analitis berdasarkan kapasitas beban tarik saat fiber putus, hasil uji eksperimental. Bila kuat lekatan diberi notasi *Pl*, maka besarnya *Pl* = beban tarik maksimum serat X keliling

penampang fiber X panjang lekatan fiber pada matrik, dimana keliling penampang fiber X panjang fiber = luas bidang lekatan fiber. Dalam percobaan yang dilakukan, kedalaman fiber masuk pada matrik = 2,50 cm (1/2 panjang fiber 5,00 cm), sedangkan lebarnya dibuat dua variasi sesuai dengan kondisi pecahan fiber beneser yaitu dengan lebar 1,00 mm dan 2,00 mm. Untuk perhitungan kuat lekatan fiber yang panjangnya 5,00cm, bisa dikonfersikan dari perhitungan fiber dengan pan-jang 2,50 cm, sehingga kuat lekat fiber dengan panjang 5,00 cm juga dapat dihitung. Hasil perhitungan kuat lekat fiber dengan panjang 2,50 cm dan 5 cm, seperti yang ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel IV.8. Luas bidang lekatan fiber beneser pada matrik beton.

No.	TEBAL (cm)	LEBAR (cm)	PANJANG SERAT 2,50 cm		PANJANG SERAT 5,00 cm	
			kil. (cm)	LUAS	kil.	LUAS
			PENAM P.	LEKATAN (CM2)	PENA MP.	LEKATAN(CM2)
1.	0.05	0.10	0.30	0.75	0.30	1.50
2.	0.05	0.10	0.30	0.75	0.30	1.50
3.	0.05	0.10	0.30	0.75	0.30	1.50
4.	0.05	0.20	0.50	1.25	0.50	2.50
5.	0.05	0.20	0.50	1.25	0.50	2.50
6.	0.05	0.20	0.50	1.25	0.50	2.50

Tabel IV.9. Kuat lekatan fiber beneser pada matrik beton.

LEBAR SERAT	GAYA TA- RIK MAKS.	LUAS LKT PANJ.2, 50 CM	LUAS LKT PANJ.5,00cm (cm2)	KUAT LEKATAN Pl (kg) panj. 2,50 cm		KUAT LEKATAN Pl (kg) panj. 5,00 cm	
				tiap serat	rata- rata	tiap serat	rata- rata
	(kg)	(cm2)	(cm2)				
	7,10	0.75	1.50	5,325		10,65	
1,0 mm	6,40	0.75	1.50	4,800	4,875	9,60	9,75
	6,00	0.75	1.50	4,500		9,00	
	12,50	1.25	2.50	15,625		31,25	
2,0 mm	15,75	1.25	2.50	19,688	18,125	39,375	36,25
	15,25	1.25	2.50	19,063		38,125	

4.8. Uji test Creep :

Pengujian Creep dilakukan sesuai ketentuan ASTM C 512-87(1994) ” Test Method for Creep of Concrete in Compression”, pada temperatur ruangan 23°C dan kelembaban yang relatif konstan pada 50 ± 4 %. Kondisi tempat pengujian dianggap telah memadai karena dalam ruang yang tertutup terlindung

dari sinar matahari. Nilai creep dihitung dengan persamaan $\varepsilon = \frac{1}{E} + f(K)\ln(t+1)$

Dimana : ε = regangan total (kPa)

E = modulus elastic spontan (kPa)

F(K) = laju creep.

Setelah dihitung nilai besarnya laju Creep F(K) dengan bantuan data hasil eksperimen Modulus Elastisitas E, maka untuk BN didapat besarnya nilai :

$F(K) = 2,72 \cdot 10^{-4}$ dan untuk Bf.100

besarnya nilai : $F(K) = 2,67 \cdot 10^{-4}$

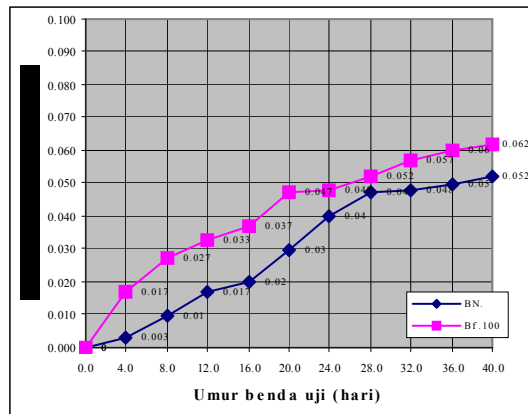
BN dan Bf.100 dengan selang pengamatan 4 hari sekali sebagai berikut :

Tabel IV. 10. Hasil uji test Creep.

Penga- matan (hari)	Tinggi benda uji (mm)	Nilai Creep		Prosentasi	
		BN. (mm)	Bf.100 (mm)	BN. (%)	Bf.100 (%)
0		0	0	0	0
4		0.01	0.05	0.003	0.017
8		0.03	0.08	0.01	0.027
12		0.05	0.1	0.017	0.033
16		0.06	0.11	0.02	0.037
20	300,00	0.09	0.14	0.03	0.047
24		0.12	0.145	0.04	0.048
28		0.14	0.155	0.047	0.052
32		0.145	0.17	0.048	0.057
36		0.15	0.18	0.05	0.06
40		0.155	0.185	0.052	0.062

Bila hubungan antara peningkatan Creep dengan umur pengamatan sehari sesudah pengecoran sampai dengan umur 40 hari, maka grafiknya memberikan gambaran seperti yang terlihat pada gambar grafik berikut ini.

PERILAKU SUSUT RANGKAK (CREEP)
BETON FIBER PLASTIK BENESER KOMPOSIT MUTU TINGGI
(Made Dharma Astawa)



Grafik 4.2. Hubungan peningkatan Creep menurut umur beton.

Melihat hasil creep ini pada pengamatan selama 40 hari mempunyai selisih pemendekan akibat rangkak sebesar 0,03 mm atau 0,01 % dibandingkan dengan beton normal, bisa ditarik kesimpulan bahwa untuk memikul pembebanan tekan dalam kurun waktu lama (jangka panjang), beton fiber beneser ini kurang mengun-tungkan walaupun hasil test uji tekan dan modulus elastisitasnya dalam jangka pendek menunjukkan hasil yang bagus.

Deformasi yang tidak elastis ini bertambah dengan tingkat perubahan yang berkurang selama pembebanan, dan jumlah totalnya dapat mencapai besar yang beberapa kali dari deformasi elastis dalam jangka pendek.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Analisa dan interpretasi data telah dilakukan pada bab IV, maka dari hasil interpretasi dan pembahasannya akan dipakai dasar untuk menarik kesimpulan dan memberikan saran-saran sebagai berikut :

5.1. Kesimpulan.

- Uji test susut creep dengan pembebanan terus menerus selama 40 hari menghasilkan laju susut creep untuk benda uji tanpa serat (kandungan serat = 0) = 0,052 %, sedangkan untuk benda uji jenis Bf. 100 (kandungan serat 1 %) = 0,062 %.
- Dari data prosentase hasil test ini, ternyata perpemendekan akibat creep pada benda uji Bf. 100 lebih besar dari benda uji beton tanpa serat. Bila dibandingkan dengan hasil test kuat tekan yang dilakukan pada penelitian terdahulu, kuat tekan benda uji

berserat lebih baik daripada benda uji beton tanpa serat.

5.2. Saran-saran.

- Disarankan pada penelitian lanjutan untuk meneliti secara lebih seksama, baik tentang susut creep maupun susut material (shrinkage) benda uji beton serat ini, karena apabila kuat tekan beton serat lebih baik dari kuat tekan beton tanpa serat, semestinya susut creep akibat beban juga lebih kecil dibandingkan dengan benda uji beton tanpa serat, namun kenyataannya pada penelitian ini hasilnya susut creep benda uji beton berserat lebih besar dari beton tanpa serat.
- Pada peneliti lain yang berminat melakukan penelitian lanjutan tentang beton fiber beneser ini, disarankan untuk melakukan penelitian kuat lentur dengan benda uji balok, baik balok tanpa tulangan maupun dengan tulangan.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI COMMITTEE 544, 1982 "State of The Art Report on Fiber Reinforced Concrete" ACI 544 1R – 82, American Concrete Institut, Detroit, Michigan, P16.
- ASTM C 1116 – 91 Standard Specification for Fiber – Reinforced Concrete and Shotcrete.
- ASTM C 512 – 87(1994)" Test Method for Creep of Concrete in Compression.
- A.E. Naaman and H.W. Reinhardt "Hihg Performance Fiber Reinforced Cement Composites 2" E & FN SPON, London.Glasgow. Weinheim. New York. Tokyo. Melbourne. Madras.
- D.J. Stevens, et.al. "Testing of Fiber Reinforced Concrete" copyright 1995, Ame-rican Concrete Institut, PO. Box 19150, Redford Station Detrit, Michigan 48219.
- Subakti.A, Ir, MSc, 1991 "Teknologi Beton dalam praktek" Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil-FTSP ITS.
- Suhendro, B, 1991 " Laporan Penelitian Pengaruh Fiber Kawat pada sifat-sifat beton dan beton bertulang" Fakultas Teknik UGM.
- Triwulan, DR, Ir, DEA, Materi kuliah "Material-material dari beton", jurusan Sipil FTSP-ITS.